

Weapons and explosives detection in aircraft luggage - involves X-ray examination followed by thermal neutron irradiation and registration of secondary gamma radiation
Patent Assignee: RATEK RES TECH CENTRE STOCK CO
Inventors: LEVASHOV I V; OLSHANSKII YU I

Patent Family (1 patent, 1 country)

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Update	Type
RU 2065156	C1	19960810	RU 19922293	A	19921016	199715	B

Priority Application Number (Number Kind Date): RU 19922293 A 19921016

Patent Details

Patent Number	Kind	Language	Pages	Drawings	Filing Notes
RU 2065156	C1	RU	11	4	

Alerting Abstract: RU C1

The object undergoing testing eg air passenger's luggage is passed by the transporter into the X-ray unit (2) where it is irradiated with X-rays. The X-ray signal attenuation depends on the atomic number of the material under test and the radiation wavelength. If a section made of inorganic material is found with the density exceeding the threshold value the object shape is identified. Such objects are directed by the transporters (3,4,5) into the visual examination apparatus. If the object density corresponds to that of an explosive substance the transporter (3) directs the object to the explosives detector (6).

The explosives detector (6) generates a beam of thermal neutrons and the secondary gamma radiation at the energy level of 10.8 MeV is recorded. If gamma radiation intensity exceeds the threshold value and the nitrogen content is close to the level characteristic for explosives the transporters direct the luggage to the additional visual examination facility.

USE/ADVANTAGE - Explosives detection method is used in airport security installations. Explosives and weapons detection reliability is increased.

Main Drawing Sheet(s) or Clipped Structure(s)

" WIDTH="1760" HEIGHT="832"/>

International Classification (Main): G01N-023/222 **(Additional/Secondary):** G01N-023/223

Original Publication Data by Authority

Russia

Publication Number: RU 2065156 C1 (Update 199715 B)

Publication Date: 19960810

Assignee: RATEK RES TECH CENTRE STOCK CO (RATE-R)

Inventor: LEVASHOV I V OLSHANSKII YU I

Language: RU (11 pages, 4 drawings)

Application: RU 19922293 A 19921016 (Local application)

Original IPC: G01N-23/222(A) G01N-23/223(B)

Current IPC: G01N-23/222(A) G01N-23/223(B)

Derwent World Patents Index

© 2006 Derwent Information Ltd. All rights reserved.

Dialog® File Number 351 Accession Number 8068054



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 065 156⁽¹³⁾ C1
(51) МПК⁶ G 01 N 23/222, 23/223

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 92002293/25, 16.10.1992

(46) Дата публикации: 10.08.1996

(56) Ссылки: Патент ЕР N 0336634, кл. G 05 V 5/00, 1989.

(71) Заявитель:

Акционерное общество открытого типа
Научно-технический центр "РАТЭК"

(72) Изобретатель: Левашов И.В.,
Ольшанский Ю.И.

(73) Патентообладатель:

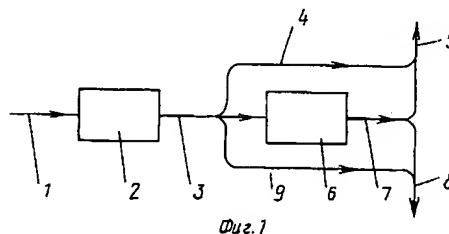
Акционерное общество открытого типа
Научно-технический центр "РАТЭК"

(54) СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ ОРУЖИЯ И ВЗРЫВАЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ В КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПРЕДМЕТАХ

(57) Реферат:

Использование: анализ материалов радиационными методами путем измерения вторичной эмиссии с использованием нейтронов, а также облучения образца рентгеновскими лучами. Сущность изобретения: контролируемые предметы облучают сначала рентгеновским излучением, находят участки с плотностью неорганических и органических материалов выше установленного порога и определяют геометрическую форму участков с плотностью неорганических материалов выше установленного порогового значения. После этого участки с плотностью органических материалов выше установленного порога облучают потоком тепловых нейтронов. Наличие оружия и взрывчатых веществ устанавливают с помощью информативных параметров, в качестве которых используют величину ослабления рентгеновского

излучения предметами в зависимости от атомного номера материала их участков и длины волны рентгеновского излучения, геометрическую форму участков с плотностью неорганических материалов выше установленного порога и интенсивность вторичного гамма-излучения, зарегистрированного при облучении участков с плотностью органических материалов выше порогового значения потоком тепловых нейтронов. 4 ил., 1 табл.



Фиг. 1

RU 2 065 156 C1

RU 2 065 156 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 065 156** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁶ **G 01 N 23/222, 23/223**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 92002293/25, 16.10.1992

(46) Date of publication: 10.08.1996

(71) Applicant:
 Aktsionernoe obshchestvo otkrytogo tipa
 Nauchno-tehnicheskij tsentr "RATEHK"

(72) Inventor: Levashov I.V.,
 Ol'shanskij Ju.I.

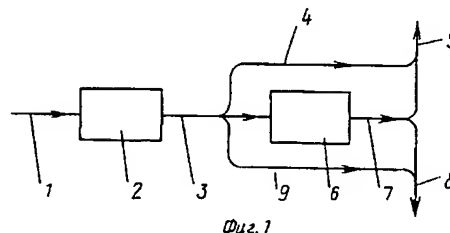
(73) Proprietor:
 Aktsionernoe obshchestvo otkrytogo tipa
 Nauchno-tehnicheskij tsentr "RATEHK"

(54) METHOD OF DETECTION OF WEAPONS AND EXPLOSIVES IN CONTROLLED OBJECTS

(57) Abstract:

FIELD: detection technology. SUBSTANCE: invention relates to analysis of materials by radiation methods by measurements of secondary emission with the aid of neutrons and irradiation of sample with X rays. Controlled objects are first irradiated with X-ray radiation, sections with density of inorganic and organic materials higher than established threshold are found and geometrical shape of sections with density of inorganic materials higher than threshold value is determined. After this sections with density of organic materials higher than established threshold are exposed to flux of thermal neutrons. Presence of weapons and explosives is established with the help of informative parameters in which capacity there are used value of attenuation of X-ray radiation by objects depending on

atomic number of material of their sections and length of wave of X-ray radiation. Geometrical shape of sections with density of inorganic material higher than established threshold and intensity of secondary gamma radiation of sections with density of organic materials above threshold value are found with the aid of flux of thermal neutrons. EFFECT: enhanced reliability of method. 4 dwg



RU 2 065 156 C1

RU 2 065 156 C1

Изобретение относится к области анализа материалов радиационными методами измерением вторичной эмиссии с использованием нейтронов, а также облучением образца рентгеновскими лучами, и может быть использовано для обнаружения оружия и взрывчатых веществ (ВВ) среди содержимого различных контролируемых предметов (портфели, сумки, радио, видеосаппаратура, баулы, чемоданы, почтовые отправления и т.п.) без их вскрытия.

Известен способ (европейский патент N 0336634, кл. G 01 V 5/00, 1989 г.), принятый за прототип, заключающийся:

в облучении контролируемых предметов сначала тепловыми нейтронами, измерении вторичного гамма-излучения и обнаружении по его интенсивности в отдельных частях контролируемых предметов азота в количествах, обычно содержащихся в ВВ;

в детектировании, затем в контролируемых предметах металла, если обнаруженное количество азота оказалось ниже обычно содержащегося в ВВ, с последующим принятием решения о возвращении предмета владельцу (или его погружке в транспортное средство) или о его задержании для визуального досмотра при обнаружении внутри предмета металлических изделий, могущих быть оружием (пистолеты, автоматы, гранаты в металлическом корпусе и т.п.);

в облучении контролируемых предметов рентгеновским излучением, если обнаруженное количество азота соответствует количеству обычно содержащемуся в ВВ, регистрации прошедшего излучения, анализе участков предмета с повышенным содержанием азота путем визуального рассмотрения их изображения на дисплее и принятии решения о возвращении предмета владельцу (или погружке его в транспортное средство), его задержании для визуального досмотра или направлении на детектирование металла;

в детектировании в контролируемых предметах металла, если при облучении их рентгеновским излучением обнаружены изделия, по внешним очертаниям которых можно идентифицировать их как оружие, и принятии решения о возвращении предмета владельцу (или погружке его в транспортное средство) или задержании его для визуального досмотра.

Способ-прототип, по которому контролируемые предметы облучаются потоком тепловых нейтронов и по вторичному гамма-излучению определяется в каждом участке этих предметов количество азота, сравниваемого с количеством обычно содержащимся в ВВ, не позволяет однако использовать источники с меньшим потоком нейтронов иначе, как без снижения производительности процесса (количество предметов, прошедших контроль за 1 ч) и (или) увеличения площади детектирования гамма-излучения. Это связано с тем, что для идентификации ВВ в любом участке контролируемого предмета необходимо достижение определенной (пороговой) величины информативности. Величина информативности тем выше, чем больше время измерения вторичного гамма-излучения, поток нейтронов и площадь детектирования гамма-излучения. Таким

образом, используя источники с меньшим потоком нейтронов, необходимо для достижения пороговой величины информативности увеличить время измерения вторичного гамма-излучения при сканировании каждого участка контролируемых предметов или увеличить площадь детектирования вторичного гамма-излучения. Однако увеличение времени измерения гамма-излучения при сканировании каждого участка контролируемых предметов приводит к увеличению времени контроля предмета в целом и, следовательно, к снижению производительности процесса контроля. С другой стороны, при данной массе находящегося в отдельном участке контролируемого предмета ВВ (и, следовательно, при данной массе азота ВВ) величина информативности тем больше, чем меньше объем этого участка (и, следовательно, масса азота воздуха, в нем содержащегося) и соответственно площадь детектирования гамма-излучения (площадь поперечного сечения детектора гамма-излучения при реализации способа). Таким образом, увеличение площади детектирования гамма-излучения повышает величину фоновой компоненты от азота воздуха, снижает величину информативности и, следовательно, снижает вероятность идентификации ВВ.

Кроме того, способ-прототип не позволяет сократить общее время контроля предметов и тем самым повысить производительность процесса контроля и упростить его. Это объясняется тем, что облучение контролируемых предметов рентгеновским излучением с последующим анализом их изображения на дисплее не позволяет с необходимой достоверностью идентифицировать отдельные изделия как оружие. Исключение составляют случаи, когда среди содержимого контролируемых предметов находится незамаскированное специальным образом огнестрельное и холодное оружие, например гранаты в неметаллических корпусах, обнаружение которых может быть осуществлено визуально по их характерной внешней форме. Поэтому в способе-прототипе, наряду с рентгеновским анализом, предусмотрена дополнительная операция детектирование металла среди содержимого контролируемых предметов, которая требует как дополнительного времени, так и соответствует технической реализации.

В государствах СНГ и других государствах мира стали реальными систематические пиратские действия по захвату и угону самолетов с применением оружия, взрывы на улицах, в зданиях, на железнодорожном и в общественном транспорте, террористические акты в отношении отдельных государственных и политических деятелей, контрабандный провоз оружия, закладка взрывных устройств в почтовые отправления. Только в 1990 1991 годах было совершено свыше 30 угонов или попыток угона самолетов Аэрофлота, в том числе с применением оружия, свыше 100 взрывов в поездах, унесших более 100 жизней, а также взрывы на Московском вокзале в Санкт-Петербурге, в почтовых отправлениях в Днепропетровске и т. д. Решение этой

проблемы, например на транспорте прежде всего на авиационном введение 100%-го контроля ручной клади и багажа пассажиров на наличие в них оружия и ВВ.

Таким образом возникла общественная необходимость в создании способов и реализующих их технических средств обнаружения оружия и ВВ.

Широкое распространение в настоящее время получил способ обнаружения огнестрельного и холодного оружия, гранат в металлических корпусах, патронов путем облучения контролируемого багажа или ручной клади рентгеновским излучением и анализом их изображения на дисплее. Однако этот способ не обеспечивает обнаружения ВВ.

Один из способов обнаружения ВВ основан на определении наличия азота, содержащегося практически во всех современных и широко используемых ВВ, путем облучения последних тепловыми нейтронами с последующей регистрацией вторичного гамма-излучения с энергией 10,8 МэВ. При этом для формирования поля тепловых нейтронов используют обычно радионуклидный источник быстрых нейтронов с последующим замедлением их до тепловой энергии.

Для обнаружения азотосодержащих веществ за время измерения $t_{изм}$ при заданной вероятности правильной обнаружения $P_{по}$ и вероятности ложной тревоги $P_{лт}$, необходимо выполнение условия

$$I \geq I_{пор}. (1)$$

где

$$I_{пор} = (P_{по} - P_{лт}) \ln \frac{P_{по} (1 - P_{лт})}{P_{лт} (1 - P_{по})}; (2)$$

$$I = n_o t_{изм} \ln \left(1 + \frac{n_o}{n_\phi + n_\kappa} \right); (3)$$

$$n_o = \frac{\sigma \epsilon p \Sigma M_{ВВ}}{4 \pi a^2} \cdot \bar{\varphi}_T; (4)$$

$$n_\phi = \frac{\sigma \epsilon p \Sigma M}{4 \pi b^2} \cdot \bar{\varphi}_T, (5)$$

$I_{пор}$ пороговая информативность;

I информативность устройства;

n_o скорость счета при регистрации блоками детектирования гамма-излучения с энергией около 10,8 МэВ, испускаемого при взаимодействии тепловых нейтронов с азотом ВВ, имп/с;

n_ϕ скорость счета при регистрации блоками детектирования гамма-излучения с энергией около 10,8 МэВ, испускаемого при взаимодействии тепловых нейтронов с азотом воздуха, облучаемого тепловыми нейтронами (фон), имп/с;

n_κ скорость счета при регистрации блоками детектирования гамма-излучения с энергией около 10,8 МэВ, обусловленного космической компонентой фона, имп/с;

$\bar{\varphi}_T$ средняя плотность потока тепловых нейтронов в объеме, где располагается контролируемый предмет или его часть, нейтрон/см²·с;

σ сечение (n, g) реакции на азоте, см²;

ϵ выход гамма-квантов с энергией 10,8

МэВ на один захват нейтрона;

p число ядер азота в 1 г азота, г⁻¹;

S площадь поперечного сечения чувствительного элемента (сцинтиллятора) блока детектирования гамма-излучения, см²;

h эффективность регистрации блоком детектирования гамма-квантов в энергетическом интервале около 10,8 МэВ;

$M_{ВВ}$ масса азота в ВВ, г;

M масса азота воздуха в объеме, где располагается контролируемый предмет или его часть, г;

a расстояние от центра ВВ до эффективного центра чувствительного элемента блока детектирования гамма-излучения, см;

b расстояние от центра объема, где располагается контролируемый предмет или его часть, до эффективного центра чувствительного элемента блока детектирования гамма-излучения, см.

Выражения (3), (4) и (5) составлены при следующих предположениях: фоновая компонента при взаимодействии нейтронов с материалом сцинтиллятора и конструкционными материалами отсутствует (достигается применением соответствующих конструкционных материалов и принятием специальных мер по подавлению этой компоненты фона, что подтверждено исследованиями авторов на макете устройства);

вся масса ВВ сосредоточена в его центре, а масса воздуха облучаемого объема в центре этого объема.

Подставив (4) и (5) в (3), а (3) в (1), получаем условие, при выполнении которого возможна идентификация азотосодержащего вещества

$$\frac{S \eta \bar{\varphi}_T t_{изм}}{a^2} \ln \left[1 + \frac{1}{\frac{M}{M_{ВВ}} \cdot \left(\frac{a}{b} \right)^2 + \frac{n_\kappa}{n_o} \cdot \frac{a^2}{S \eta \bar{\varphi}_T}} \right],$$

$$(6) \quad \text{где} \quad b' = \frac{\sigma \epsilon p M_{ВВ}}{4 \pi}$$

Для успешного решения задачи по обнаружению ВВ необходимо измерить распределение азотосодержащих веществ в контролируемом предмете и тем самым получить информацию, позволяющую отличить компактное ВВ от других изделий и продуктов, занимающих значительно больший объем в сравнении с ВВ. Так, например, 200 г тетрила по содержанию азота эквивалентны 1300 г колбасы твердого копчения, 1700 г мяса, 400 г шерсти или 1700 г хлопчатобумажной ткани. Однако при объеме 200 г тетрила около 120 см³ объемы перечисленных продуктов питания и материалов составляют 1600, 1900, 6500 и 3000 см³ соответственно.

Принципиальным вопросом при создании способов и реализующих их технических средств для обнаружения ВВ является установление того минимального количества ВВ, которое должно быть идентифицировано. Очевидно, что за этот минимум целесообразно принять такое количество ВВ, которое в случае приведения его в действие представляло бы опасность для общества,

RU 2065156 C1

RU 2065156 C1

т.е. могло бы нанести тяжкие телесные повреждения окружающим и причинить материальный ущерб. Нормированного значения этой величины в мировом сообществе пока не введено. Однако имеющийся у предприятия некоторый опыт работы по созданию подобных устройств, а также мнение специалистов ряда заинтересованных организаций, в том числе и зарубежных, позволяет принять в качестве ориентира 200 г ВВ (около 50 г азота) как минимальное количество, подлежащее идентификации.

Используя условие (6), представляется возможным оценить плотность потока тепловых нейтронов Φ_T и поток нейтронов

применяемых источников при реализации способа-прототипа устройством по патенту N 0336634 при следующих исходных данных.

$R_{по} = 0,95$; $R_{лт} = 0,01$;
 $I_{пор} = 7,1$; $\sigma = 8 \cdot 10^{-26} \text{ см}^2$; $\epsilon = 0,12$; $P = 8,57 \cdot 10^{22}$ ядер в 1 г азота; $M_{вв} = 50$ г;

сцинтиллятор детектора из йодистого натрия с размерами диаметром 75 x 75 мм; $S = 44 \text{ см}^2$;

$\eta \approx 0,06$ (расчетная оценка, выполненная с использованием экспериментально определенной авторами величины эффективности для детектора со сцинтиллятором из йодистого натрия с размерами 150 x 100 мм);

$\Pi_k \approx \text{имп./с}$ (расчетная оценка, выполненная с использованием усредненных данных, полученных авторами на макете устройства с детектором, содержащим сцинтиллятор из йодистого натрия с диаметром 150 x 100 мм);

$M = 11$ г (в предположении, что облучаемый одним источником нейтронов объем, сканируемый тремя детекторами диаметром 75 x 75 мм, составляет 100 x 270 x 400 мм, где высота 400 мм принята исходя из предельных размеров багажа 400 x 600 x 900 мм);

а 43,8 (соответствует расположению ВВ на продольной оси детектора и на максимальном удалении от эффективного центра сцинтиллятора);

б 23,8 см (соответствует расстоянию от центра облучаемого объема до эффективного центра сцинтиллятора).

Результаты вычислений:

$$\text{при } t = 1 \text{ с } \Phi_T = 2 \cdot 10^6 \text{ нейтрон/см}^2 \cdot \text{с};$$

Принимая во внимание, что величина потока нейтронов источника Q, необходимая для создания единичной плотности тепловых нейтронов в точке, состоящей от центра источника на 50 см, равна примерно $2 \cdot 10^4$ (см. например, статью В. И. Фоминных и О. А. Мигунькова "Направленный излучатель тепловых нейтронов "Прожектор" в сб. "Исследования в области измерений ионизирующих излучений. Труды метрологических институтов СССР", вып. 166(226), "Энергия" Ленинградское отделение, 1974), получаем, что в устройстве, реализующем способ-прототип, должны использоваться источники с потоком нейтронов: $Q = 2 \cdot 10^4 \times 2 \cdot 10^6 = 4 \cdot 10^{10}$ нейтрон/с при времени измерения каждого участка контролируемого предмета 1 с.

Одной из важнейших характеристик способов и реализующих их устройств для обнаружения ВВ в различных предметах, в частности в авиабагаже, является их производительность, т. е. количество единиц багажа, прошедших контроль, в единицу времени:

$$G = \frac{3600}{I}, \text{ ед. багажа/ч при непрерывной}$$

работе средства транспортирования;

$$G = \frac{3600}{t_{ном} + t_{пер}}, \text{ ед. багажа/ч при работе}$$

средства транспортирования с остановами на время измерения каждого участка контролируемых предметов,

где I предельная длина багажа с включением в нее длины промежутка между двумя смежными багажами, м;

V скорость перемещения грузонесущего органа средства транспортирования, м/с;

$t_{изм}$ время измерения гамма-излучения, с;

$t_{пер}$ время перемещения багажа между двумя остановами средства транспортирования, с.

Принимая V 0,1 м/с (аналогично скорости транспортера в устройстве, реализующем способ-прототип), а I 1 м, получаем производительность устройства с непрерывной подачей багажа, равную G 360 ед. багажа/ч, что может считаться приемлемым при осуществлении контроля багажа авиапассажирами широкофюзеляжного самолета типа ИЛ 86.

При такой же производительности устройства, средство транспортирования которого делает остановки на время измерения, и принимая $t_{пер} = 2$ с, имеем

$$\frac{3600}{t_{изм} + 2} \geq 360, \text{ откуда } t_{изм} \leq 8 \text{ с.}$$

И, наконец, несмотря на твердую решимость руководителей многих государств принять все меры по созданию системы безопасности, которая могла бы помешать исполнению задуманного террористами преступления или была способна обнаружить ВВ, одним из главных препятствий является весьма высокая стоимость реализации этой системы. Одной из дорогостоящих составляющих в них являются источники нейтронов, в качестве которых наиболее предпочтителен калифорний-252. В устройстве, реализующем способ-прототип, как следует из описания изобретения по патенту N 0336 634, считается оптимальным использование одного источника на три детектора. Если принять, что в одну линию поперек направления транспортирования багажа предельной ширины 600 мм размещены по 6 детекторов с каждой стороны транспортера, то общее количество источников, используемых в этом устройстве 4 шт. (суммарный поток нейтронов $4 \cdot 10^{10} = 4 \cdot 1,6 \cdot 10^{11}$ нейтрон/с. Стоимость закрытого радионуклидного источника калифорний-252 с потоком нейтронов $1 \cdot 10^8$ нейтрон/с составляет около 50 тыс. руб. (в ценах середины 1992 г.) и возрастает примерно пропорционально с возрастанием потока нейтронов. Таким образом, стоимость комплекса источников в устройстве, реализующем способ-прототип, составляет

$$50 \text{ тыс. руб.} \times \frac{4 \cdot 10^{10} \text{ нейтрон/с}}{1 \cdot 10^8 \text{ нейтрон/с}} \times$$

х 4 шт. = 80 млн. руб.

при времени измерения одного участка контролируемого предмета 1 с.

Таким образом задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является снижение стоимости осуществления способа обнаружения оружия и ВВ в контролируемых предметах без снижения производительности процесса контроля.

При осуществлении изобретения достигается технический результат, заключающийся в том, что при сохранении вероятности идентификации ВВ снижается суммарная активность (суммарный поток) используемых при осуществлении способа источников нейтронов, упрощается способ и повышается производительность контроля.

В известном способе, заключающемся в облучении контролируемых предметов по отдельности потоком тепловых нейтронов с регистрацией вторичного гамма-излучения и рентгеновским излучением с регистрацией прошедшего через контролируемые предметы излучения, определении информативных параметров и использовании их для установления наличия оружия и взрывчатых веществ:

контролируемые предметы облучают сначала рентгеновским излучением, находят участки с плотностью неорганических и органических материалов выше установленного порогового значения и определяют геометрическую форму участков с плотностью неорганических материалов выше установленного порогового значения;

после этого участки с плотностью органических материалов выше установленного порогового значения облучают потоком тепловых нейтронов;

используют в качестве информативных параметров величину ослабления рентгеновского излучения контролируемыми предметами в зависимости от атомного номера материала их участков и длины волны рентгеновского излучения, геометрическую форму участков с плотностью неорганических материалов выше установленного порогового значения и интенсивность вторичного гамма-излучения, зарегистрированного при облучении участков с плотностью органических материалов выше порогового значения потоком тепловых нейтронов.

Указанная совокупность отличительных от прототипа существенных признаков изобретения позволяет осуществить следующее.

1) Снизить суммарную активность (суммарный поток) используемых при осуществлении способа источников нейтронов без увеличения площади детектирования гамма-излучения за счет увеличения времени измерения вторичного гамма-излучения при облучении тепловыми нейтронами тех участков контролируемых предметов, где по результатам рентгеновского контроля были обнаружены органические материалы с плотностью, превышающей пороговое значение. При этом сохраняется или даже сокращается общее время, которое необходимо было бы

затратить на сканирование всех участков контролируемого предмета, т.е. производительность процесса контроля по крайней мере не снижается. Одновременно сохраняется и вероятность идентификации ВВ, поскольку снижение потока нейтронов компенсируется увеличением времени измерения вторичного гамма-излучения так, что заданный уровень информативности остается неизменным.

2) Упростить способ за счет исключения операции детектирования металла как приема обнаружения огнестрельного и холодного оружия, а также гранат и прочих взрывных устройств в металлических корпусах. Обнаружение этих видов оружия ведется в процессе рентгеновского контроля путем нахождения в контролируемых предметах участков с плотностью неорганических материалов выше порогового значения, соответствующего плотности металла, и определения их геометрической формы, характерной для определенного вида оружия. При этом повышается производительность процесса контроля, поскольку исключается детектирование металла как отдельная операция обнаружения оружия.

При этом в качестве информативного параметра при определении участков контролируемых предметов с плотностью неорганических и органических материалов выше установленного порогового значения используют величину ослабления рентгеновского излучения контролируемыми предметами в зависимости от атомного номера материала их участков и длины волны рентгеновского излучения. Для установления наличия в контролируемых предметах огнестрельного и холодного оружия, гранат в металлических корпусах дополнительно используют в качестве информационного параметра геометрическую форму участков с плотностью неорганических материалов выше порогового значения, а для установления наличия ВВ интенсивность вторичного гамма-излучения, зарегистрированного при облучении участков с плотностью органических материалов выше порогового значения потоком тепловых нейтронов.

На фиг. 1 показана схема реализации способа; на фиг. 2 общий вид установки для обнаружения ВВ (продольный разрез); на фиг. 3 разрез А А; на фиг. 4 Б Б.

Заявляемый способ осуществляется следующими образом.

Контролируемый предмет, например багаж авиапассажира, по транспортеру 1 подают в рентгеновскую установку специального назначения 2, где багаж облучают рентгеновским излучением и по величине ослабления его в зависимости от атомного номера материала участков багажа и длины волны рентгеновского излучения находят участки с плотностью неорганических и органических материалов выше установленного порогового значения и определяют геометрическую форму участков с плотностью неорганических материалов выше установленного порогового значения. Если найден участок (участки) с плотностью неорганического материала выше порогового значения, соответствующего плотности металла, а геометрическая форма его характерна для внешнего вида пистолета,

автомата, ножа, гранаты и т.п. то этот багаж по транспортерам 3, 4 и 5 направляют на специальный визуальный досмотр. Если найден участок (участки) с плотностью органического материала выше установленного порогового значения, соответствующего плотности ВВ, то багаж по транспортеру 3 направляют в устройство для обнаружения ВВ 6. В этом устройстве найденный участок (участки) с плотностью органического материала выше порогового значения облучают потоком тепловых нейтронов и регистрируют вторичное гамма-излучение с энергией 10,8 МэВ. Если интенсивность этого гамма-излучения превышает определенное пороговое значение, то делают вывод о наличии азота в количестве, обычно содержащемся в ВВ, и направляют багаж по транспортерам 7 и 5 на специальный визуальный досмотр. Если интенсивность гамма-излучения ниже порогового значения, то делают вывод об отсутствии азота в количестве, обычно содержащемся в ВВ, и багаж по транспортерам 7 и 8 возвращают владельцу или направляют на погрузку в самолет. В случае, если в результате контроля в рентгеновской установке 2 не обнаружены участки с плотностью неорганических и органических материалов выше установленного порогового значения, то багаж по транспортерам 3, 9 и 8 возвращают владельцу или направляют на погрузку в самолет.

Заявленный способ может быть реализован при помощи устройства, включающего:

специализированную рентгеновскую систему E-Scan 2 разработки и производства EG&G Astrophysics Research Corporation (Лонг-Бич, Калифорния, США);

установку для обнаружения ВВ 6 разработки МГП "ПАТЭК";

транспортеры 3, 4, 5, 8 и 9 для перемещения контролируемых предметов в процессе их досмотра на наличие оружия и ВВ.

Сведения о рентгеновской системе E-Scan содержатся:

в статье Patrick Flanagan, "Technology vs. terror", EUSA 1989, N 7, pp. 46-49, 51;

в проспекте и информационных листах фирмы EG&G Astrophysics (имеются в распоряжении МГП "ПАТЭК"). Кроме того, МГП "ПАТЭК" располагает двумя модификациями образцов системы E-Scan, представленными фирмой EG&G Astrophysics для проведения работ по созданию системы обнаружения оружия и ВВ.

Принцип действия системы E-Scan заключается в следующем. Большинство органических материалов состоит главным образом из водорода (атомный номер 1), углерода (6), азота (7) и кислорода (8). Наиболее широко распространенные металлы имеют атомные номера от 13 (алюминий) до 30 (цинк). Кремний и кальций, входящие в состав стекла, имеют атомные номера 14 и 20 соответственно. При прохождении рентгеновских лучей через слой вещества начальная их интенсивность уменьшается за счет ослабления, происходящего из-за поглощения рентгеновских фотонов веществом и изменения их направления при рассеянии.

Степень поглощения быстро растет с увеличением атомного номера и длины волны рентгеновского излучения. Таким образом, формируя рентгеновские изображения одновременно при разных уровнях высокого напряжения в рентгеновской трубке (разные длины волн), система вычисляет величину ослабления, позволяя различать органические и неорганические материалы и формировать их изображения через оранжевый и синий фильтры с разной степенью плотности. В тех случаях, когда в одном и том же объекте происходит наложение органических и неорганических материалов или когда большая плотность объекта не позволяет рентгеновским лучам проникнуть через него, используются оба фильтра, синий и оранжевый, в результате чего получается зеленый цвет. Такие системы значительно облегчают труд операторов при идентификации предметов: цветные дисплеи отображают органические материалы оранжевым цветом разной насыщенности в зависимости от плотности материала, неорганические синим, а оружие получается на экране ярко-зеленым. Конструктивно система E-Scan состоит из корпуса с радиационной защитой, внутри которого размещены рентгеновская трубка и матрица из светодиодов, регистрирующих прошедшее через контролируемый предмет излучение, аппаратура, обеспечивающая работу рентгеновской трубки и обработку информации, средство отображения информации (цветной дисплей) пульт управления и транспортер для перемещения контролируемого предмета через облучаемый рентгеновскими лучами объем корпуса.

Установка для обнаружения ВВ включает размещенные в радиационной защите 10 блок излучателя тепловых нейтронов 11 с излучающей нейтроны поверхностью 12, блок детектирования гамма-излучения 13 и средство транспортирования 14 контролируемых предметов 15, а также аппаратуру обработки поступающей с блоков детектирования гамма-излучения информации и систему управления перемещениями средства транспортирования 15, блока излучателя 11 и блока детектирования 12 (на фиг. не показаны). Блок излучателя тепловых нейтронов 11 расположен под грузовой поверхностью средства транспортирования 14, а блок детектирования гамма-излучения 13 над ней. При этом расстояние между торцом чувствительного элемента блока детектирования гамма-излучения и грузовой поверхностью средства транспортирования не меньше предельной ширины контролируемых предметов (см. фиг. 2). Излучающая нейтроны поверхность 12 блока излучателя обращена в сторону чувствительного элемента блока детектирования гамма-излучения 13, причем продольные оси их перпендикулярны грузовой поверхности средства транспортирования и совпадают. Блок излучателя тепловых нейтронов 11 и блок детектирования гамма-излучения 13 снабжены приводами (на фиг. не показаны), которые обеспечивают совместное перемещение их в поперечном к перемещению контролируемых предметов направлении (по линии а а, см. фиг. 4).

Размер излучающей нейтроны поверхности 12 блока излучателя выбирается исходя из необходимого геометрического разрешения при облучении участков предметов с учетом площади поперечного сечения чувствительного элемента блока детектирования гамма-излучения 13.

Работа при помощи этой установки осуществляется следующим образом. В результате контроля предмета на рентгеновской установке 2 находится участок (участки) с повышенной концентрацией органического материала. Оператор установки на пульте ее управления набирает координаты этого участка, которые передаются в систему управления установки для обнаружения ВВ. Контролируемый предмет по транспортеру 3 подается на средство транспортирования 14 установки для обнаружения ВВ, которое перемещает контролируемый предмет 15 до совмещения намеченного для облучения нейтронами участка (показан пунктиром на фиг. 4), с осью а а, как это показано на фиг. 4. После этого по сигналам, сформированным системой управления, блок излучателя тепловых нейтронов 11 и блок детектирования гамма-излучения 13 путем перемещения вдоль оси а а (фиг. 4) устанавливаются по оси б б (фиг. 3), проходящей через центр 0 участка предмета, указанного на фиг. 4. В результате этого упомянутый участок контролируемого предмета оказывается на время измерения в поле тепловых нейтронов, которые взаимодействуют с азотом ВВ (в случае его наличия в этом месте предмета), а вторичное гамма-излучение с энергией гамма-квантов 10,8 МэВ регистрируется блоком детектирования. Информация, поступающая с него, обрабатывается по специальному алгоритму, который обеспечивает принятие решения о наличии или отсутствии ВВ в контролируемом предмете.

Возможность достижения технического результата при осуществлении изобретения подтверждается выполненными на предприятии расчетно-экспериментальными оценками.

Используя условие (6) оценим плотность потока тепловых нейтронов $\bar{\Phi}_T$ и поток

нейтронов применяемого источника в устройстве, реализующем заявленный способ, при следующих исходных данных.

$R_{по} 0,95; R_{лт} 0,01;$
 $I_{пор} 7,1; \sigma=80 \cdot 10^{-26} \text{ см}^2; \epsilon=0,12; p$
 $8,57 \cdot 10^{22} \text{ ядер в } 1 \text{ г азота; } M_{вв} 50 \text{ г;}$

сцинтиллятор детектора из йодистого натрия с диаметром 150 x 100 мм;

$S 177 \text{ см}^2;$

$\eta=0,3$ (экспериментально определенная на предприятии величина для детектора со сцинтиллятором из йодистого натрия с диаметром 150 x 100 мм);

$n_k 0,15$ (экспериментально определенная величина на макете устройства);

$M 16 \text{ г}$ (в предположении, что облучаемый блоком излучателя тепловых нейтронов объем, сканируемый детектором диаметром 150 x 100 мм, составляет 200 x 200 x 400 мм, где 400 мм предельная высота предмета);

$a 45 \text{ см}$ (соответствует расположению ВВ на продольной оси детектора и на

максимальном удалении от эффективного центра сцинтиллятора);

$b 25 \text{ см}$ (соответствует расстоянию от центра облучаемого объема до эффективного центра сцинтиллятора).

Принимая время измерения одного участка контролируемого предмета $t 2 \text{ с}$, число участков в каждом предмете, подлежащих контролю путем облучения нейтронами, не более трех (суммарное время измерения 6 с) и время перемещения предмета $t_{пер} 2 \text{ с}$, что обеспечивает производительность устройства, реализующего заявленный способ, не меньшую, чем в устройстве, реализующем способ-прототип, получаем

$$\bar{\Phi}_T = 6,3 \cdot 10^4 \text{ нейтрон/см}^2 \cdot \text{с}.$$

При этом поток нейтронов применяемого в блоке излучателя источника составит

$$Q 2 \cdot 10^4 \cdot 6,3 \cdot 10^4 1,3 \cdot 10^9 \text{ нейтрон/с},$$

что меньше, чем суммарный поток нейтронов (активность) и стоимость источника в способе-прототипе в

$$\frac{4 \cdot 10^{10} \text{ нейтрон/с} \times 4 \text{ шт.}}{1,3 \cdot 10^9 \text{ нейтрон/с} \times 1 \text{ шт.}} = 120 \text{ раз}.$$

Далее производительность процесса контроля в способе-прототипе составляет

$$G_1 = \frac{3600 \text{ с}}{10 \text{ с} + 10 \text{ с}} = 180 \text{ единиц/ч}.$$

считая, что предмет проходит контроль в течение 10 с в установке для обнаружения ВВ и 10 с в металлодетекторе, или

$$G_2 = \frac{3600 \text{ с}}{10 \text{ с} + 10 \text{ с} + 10 \text{ с}} = 120 \text{ единиц/ч}.$$

если предмет проходит контроль в течение 10 с в установке для обнаружения ВВ, 10 с в рентгеновской установке и 10 с в металлодетекторе.

Производительность процесса контроля в заявленном способе составляет

$$G_3 = \frac{3600 \text{ с}}{10 \text{ с}} = 360 \text{ единиц/ч}.$$

если предмет проходит контроль в течение 10 с только в рентгеновской установке; или

$$G_4 = \frac{3600 \text{ с}}{10 \text{ с} + 10 \text{ с}} = 180 \text{ единиц/ч}.$$

если предмет проходит контроль в течение 10 с в рентгеновской установке и 10 с в установке для обнаружения ВВ.

Следовательно, производительность процесса контроля в заявленном способе может быть больше, чем в способе-прототипе в

$$\frac{G_3}{G_1} = \frac{360}{180} = 2 \text{ раза} \quad \text{или}$$

$$\frac{G_4}{G_2} = \frac{180}{120} = 1,5 \text{ раза}$$

в зависимости от содержимого контролируемых предметов и в связи с этим объема контроля.

Таким образом, приведенные результаты подтверждают достижение технического

результата при осуществлении заявляемого изобретения.

Достижение технического результата обеспечивает выполнение задачи, решаемой изобретением - снижение стоимости осуществления способа. Сравнительная стоимость основных технических средств, обеспечивающих реализацию способа-прототипа и заявляемого способа, приведена в таблице.

Перевод долларов США в рубли выполнен по условному курсу 1 200.

Таким образом, стоимость осуществления заявленного способа обнаружения оружия и ВВ примерно в 6 раз меньше, чем стоимость осуществления способа-прототипа. Учитывая, что на мировом рынке спросовая стоимость подобной системы контроля составляет не более 200 тыс. долларов США (40 млн. руб.), устройство, реализующее заявленный способ, может быть вполне конкурентоспособным.

Формула изобретения:

Способ обнаружения оружия и взрывчатых веществ в контролируемых предметах, основанный на облучении контролируемых предметов по отдельности потоком тепловых нейтронов с регистрацией вторичного гамма-излучения и рентгеновским излучением

с регистрацией прошедшего через контролируемые предметы излучения, определении информативных параметров и использовании их для установления наличия оружия и взрывчатых веществ, отличающийся тем, что контролируемые предметы облучают сначала рентгеновским излучением, находят участки с плотностью неорганических и органических материалов выше установленного порогового значения и определяют геометрическую форму участков с плотностью неорганических материалов выше установленного порогового значения, после чего участки с плотностью органических материалов выше установленного порогового значения облучают потоком тепловых нейтронов, а в качестве информативных параметров используют величину ослабления рентгеновского излучения контролируемыми предметами в зависимости от атомного номера материала их участков и длины волны рентгеновского излучения, геометрическую форму участков с плотностью неорганических материалов выше установленного порогового значения и интенсивность вторичного гамма - излучения, зарегистрированного при облучении участков с плотностью органических материалов выше порогового значения потоком тепловых нейтронов.

30

35

40

45

50

55

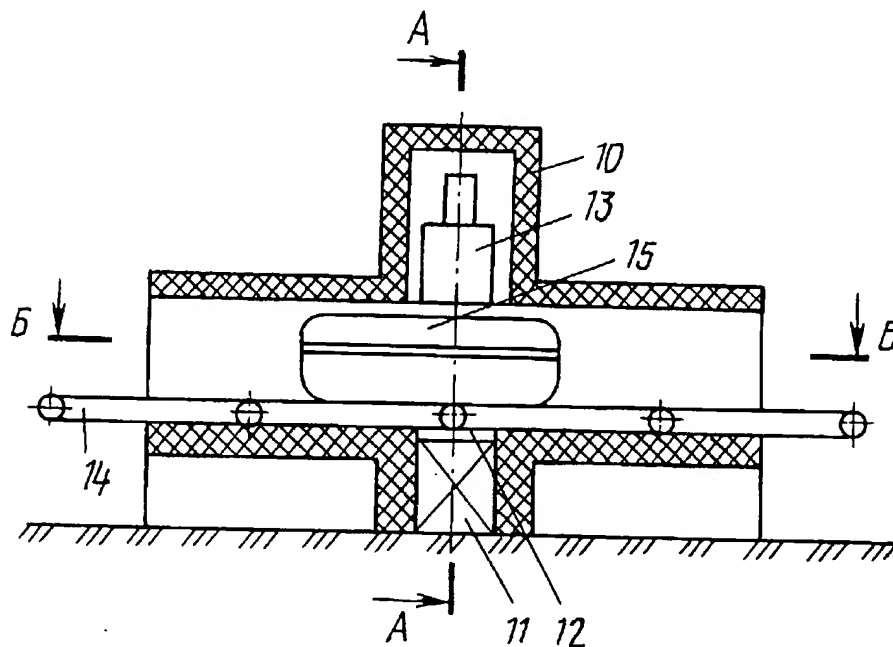
60

Технические средства реализации способа	Стоимость реализации способа, млн. руб.	
	прототипа	заявленного
Источники нейтронов	80,00	0,65
Рентгеновская установка	10,00 ¹⁾	14,00 ²⁾
Металлодетектор	1,20 ³⁾	-
Всего	91,20	14,65

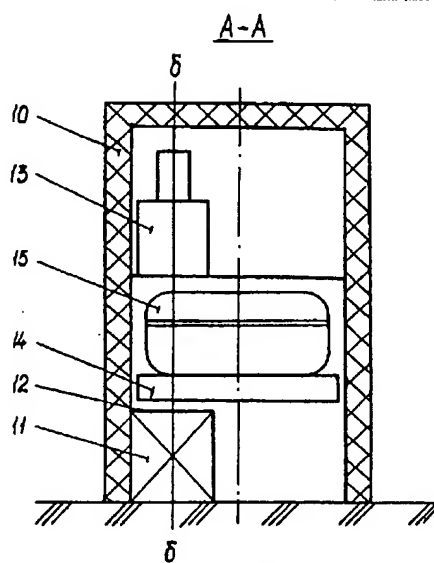
1) – указана стоимость рентгеновской системы HI-Scan производства Helmann Systems Corporation (Айслин, штат Нью-Джерси, США), которая не позволяет классифицировать предметы на основании среднего атомного номера просвечиваемого материала.

2) – указана стоимость рентгеновской системы E-Scan.

3) – указана стоимость металлодетектора Sentries производства фирмы EG&G Astrophysics.

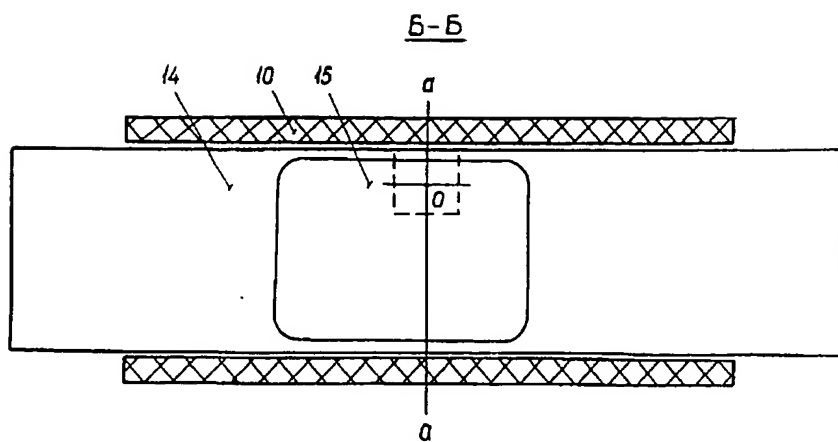


Фиг. 2



Фиг. 3

RU 2065156 C1



RU 2065156 C1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.